



Insegnamento di Chimica Generale

083424 - CCS *CHI* e *MAT*

 POLITECNICO DI MILANO



Esercizi sulle Soluzioni

Prof. Attilio Citterio

Dipartimento CMIC "Giulio Natta"

<http://iscamap.chem.polimi.it/citterio/education/general-chemistry-exercises/>



1. La densità di una soluzione di acido solforico è $1.285 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e l'acido è al 38.08% in massa. Qual è il volume di soluzione necessaria per avere 125 g di acido solforico.

2. Un campione di 0.892 g of cloruro di potassio (KCl) è sciolto in 54.6 g di acqua. Qual è la percentuale in massa del KCl in questa soluzione?

$$\begin{aligned}\text{massa \% di KCl} &= (\text{massa soluto}/\text{massa soluzione}) \times 100\% \\ &= 0.892/(0.892 \text{ g} + 54.6 \text{ g}) \times 100\% \\ &= 1.61\%\end{aligned}$$



Esercizi 3-4

3. Calcolare la molalità di una soluzione di acido solforico contenente 24.4 g di acido solforico in 198 g d'acqua. La massa molare dell'acido solforico è 98.08 g.

Risoluzione:

Molalità = moli di soluto/massa di solvente (kg)

$$(24.4 \text{ g}/98.08 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}) = 0.25 \text{ mol}$$

$$m = 0.25 \text{ mol} / 0.198 \text{ kg} = 1.26 \text{ molale}$$

4. A campione di succo di frutta (CP) è analizzato per contaminazione da piombo. Se si trova che il campione contiene 0.477 ppm di Pb, quanti grammi di Pb sono contenuti in un contenitore da 0.237 L?

Risoluzione;

Se si assume la densità del campione $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 237 g conterranno:

$$0.477 \text{ g Pb} / 1 \times 10^6 \text{ g CP} = X \text{ g Pb} / 237 \text{ g CP} \rightarrow X = 1.13 \times 10^{-4} \text{ g Pb}$$



Esercizio 5

Ad uno studente si richiede di preparare 3.00 L di una soluzione 0.100 M di solfato di rame(II), CuSO_4 . Va in un rivenditore e trova un recipiente da 100 g del sale anidro, che costa 9.66 €, e una bottiglia da 500 mL di una soluzione 1 M, che costa 8.63 €. Quale fonte fornisce il modo più economico per preparare la soluzione?

Risoluzione:

$$\text{MW}(\text{CuSO}_4) = 159.61 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad 3.00 \text{ L} \times 0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.300 \text{ mol}$$

$$0.500 \text{ L} \times 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.500 \text{ mol} \quad 0.300 \text{ mol} / 0.500 \text{ mol} = 0.600 \text{ (ok)}$$

$$0.300 \text{ mol} \times 159.61 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 47.88 \text{ g} \quad 47.88 \text{ g} / 100 \text{ g} = 0.479 \text{ (ok)}$$

$$\text{Costo soluzione } \text{CuSO}_4 \text{ da sol. 1 M: } 0.600 \times \text{€}8.63 = \text{€}5.18$$

$$\text{Costo soluzione } \text{CuSO}_4 \text{ da solido: } 0.479 \times \text{€}9.66 = \underline{\text{€}4.63}$$



Esercizi 6-9

6. A quale sale l'elevata energia reticolare impone una limitata solubilità: NaCl, BaCl₂, PbS, MgCl₂, or CaI₂? **PbS**
7. Quale di questi è un esempio di solvente polare? C₂H₅OH, C₆H₆, CS₂, etere etilico, C₈H₁₈, o CCl₄? **C₂H₅OH**
8. Quale è la forza maggiore tra KNO₃ e l'acqua: legami a H, attrazioni ione-dipolo, forze di London, attrazioni ione-ione, o forze dipolo-dipolo? **Attrazioni ione-dipolo**
9. Quale solvente si presta meglio a sciogliere i grassi animali? Etere etilico, NH₃(l), H₂O, o CH₃OH? **Etere etilico**



10. La solubilità dei gas generalmente (aumenta, diminuisce, non cambia) all'aumentare della pressione; la solubilità dei liquidi e dei solidi generalmente (aumenta, diminuisce, o non varia molto) all'aumentare della pressione? **aumenta**
11. Quando NaOH si scioglie in acqua, la variazione di entalpia misurata è $-45 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. La solubilità di NaOH (aumenta, diminuisce, o non varia molto) all'aumentare della temperatura? **diminuisce**
12. Quando il KCl si scioglie in acqua, la variazione di entalpia misurata è $+17 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. La solubilità del KCl (aumenta, diminuisce, o non varia molto) all'aumentare della temperatura? **aumenta**



Esercizio 13

- Si richiede per un particolare esperimento 250.0 mL di HCl 0.100 M . E' disponibile una soluzione madre di 2.50 M . Quale volume di soluzione madre è necessaria per preparare la soluzione di HCl richiesta?

1. $1.00 \times 10^{-3} \text{ mL}$

2. 10.0 mL

3. 12.5 mL

4. 100 mL

5. 6250 mL

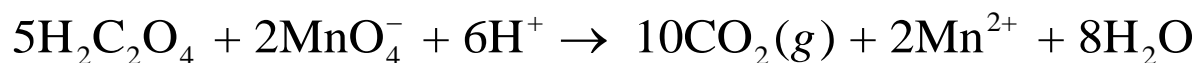


Essendo l' HCl un acido monoprotico (scambia un solo protone) basta valutare le moli contenute in 250 mL a molarità 0.100 M e stabilire il volume necessario partendo dalla soluzione 2.5 M . ($mL_1 \cdot M_1 = mL_2 \cdot M_2$)



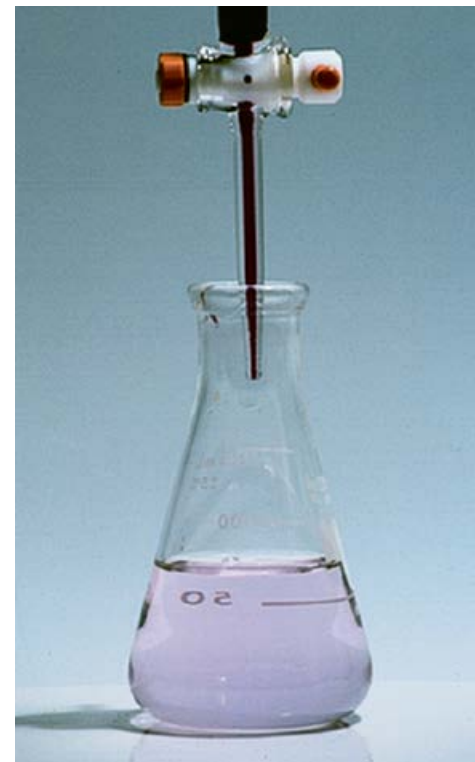
Esercizio 14

La reazione che avviene nel corso della titolazione dell'acido ossalico ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) con ioni permanganato (MnO_4^-) è la seguente,



Nella titolazione di 0.0117 mol di acido ossalico si è trovato che si richiedono 18.5 ml della soluzione di permanganato per raggiungere il punto di viraggio (rosa tenue). Quale è la concentrazione della soluzione di permanganato?

- | | | |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|
| 1. $2.53 \times 10^{-4} \text{ M}$ | 3. 0.253 M | 5. 1.58 M |
| 2. $6.32 \times 10^{-4} \text{ M}$ | 4. 0.632 M | |





Esercizio 15 (proprietà colligative)

- Riempire gli spazi in bianco delle domande con i termini ***aumenta***, ***diminuisce***, o ***non varia***.
 - (a) Quando un soluto non volatile si scioglie in un solvente, la tensione di vapore del solvente . **diminuisce**.
 - (b) Quando un soluto non volatile si scioglie in un solvente, il punto di ebollizione del solvente . **aumenta**
 - (c) Quando un soluto è sciolto in un solvente, la temperatura a cui il solvente solido puro congela **diminuisce**
 - (d) Quando un soluto che non passa da una membrana semi-permeabile si scioglie in un solvente, la pressione osmotica del solvente . **aumenta**



Esercizio 16-17 (proprietà colligative)

16. Quale dei seguenti composti, sciolto in 1.0 kg di acqua, abbassa il punto di congelamento dell'acqua dell'entità più elevata:

- (A) 1.5 mol di CH_3OH (B) 1.2 mol di HCl (C) 1.0 mol di $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$
(D) 1.0 mol di Na_3PO_4 (E) 1.0 mol di $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Risposta: (D)

17. Quanto vale la tensione di vapore a 30 °C di una soluzione acquosa di un esoso in cui la frazione molare $\chi_{\text{esoso}} = 0.16$. (La tensione di vapore dell'acqua pura a questa temperatura è 31.8 Torr).

- (A) 5.1 Torr (B) 17 Torr (C) 38 Torr (D) 32 Torr (E) 27 Torr

Risposta: (A) (La variazione nella tensione di vapore è 5.1 Torr).



Esercizio 18-19 (proprietà colligative)

18. Qual è il punto di ebollizione di una soluzione fatta aggiungendo 75.0 g di S_8 a 500 g of CCl_4 ? (b.p. di $CCl_4 = 76.5\text{ }^\circ\text{C}$; $k_b = 4.95\text{ K}\cdot\text{m}^{-1}$)
(A) $77.9\text{ }^\circ\text{C}$ (B) $73.6\text{ }^\circ\text{C}$ (C) $75.1\text{ }^\circ\text{C}$ (D) $79.4\text{ }^\circ\text{C}$ (E) $76.5\text{ }^\circ\text{C}$

Risposta: (D) (La variazione nel p.eb. è $2.9\text{ }^\circ\text{C}$).

19. Una soluzione acquosa di un soluto non ionizzante di massa molare $161\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ha una tensione di vapore di 22.6 Torr a $25\text{ }^\circ\text{C}$. La tensione di vapore dell'acqua pura a $25\text{ }^\circ\text{C}$ è 23.8 Torr . Qual è il punto di congelamento della soluzione?
(A) $+5.4\text{ }^\circ\text{C}$ (B) $-5.4\text{ }^\circ\text{C}$ (C) $+10.8\text{ }^\circ\text{C}$ (D) $-10.8\text{ }^\circ\text{C}$ (E) $0.0\text{ }^\circ\text{C}$

Risposta: (B) (La variazione di p_{H_2O} è di 1.2 Torr , che porta a $\chi_{\text{soluto}} = 1.2/23.8 = 0.050$ sul totale di 1.000 mol , che significa 0.95 mol di H_2O , o 17 g di acqua (il solvente). La molalità è quindi 0.050 mol di soluto/ 0.017 kg di acqua = 2.9 m . Da cui: l'abbassamento del p.f. è $2.9 \times 1.86 = 5.4\text{ }^\circ\text{C}$, e il p.f. è $-5.4\text{ }^\circ\text{C}$.)



Esercizio 20

Quando 50.0 mg di un composto sconosciuto è sciolto in 12.0 g di canfora fusa, la canfora solidifica a 177.5 °C. Il punto di solidificazione della canfora pura è 179.8 °C; $k_f = 39.7 \text{ K}\cdot\text{m}^{-1}$. Qual è la massa molare del composto sconosciuto?

- (A) 60 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (B) 550 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (C) 170 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
(D) 150 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ (E) 72 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Risposta: (E) (La variazione nel p.f. è 2.3 °C, per cui $m = 2.3/39.7 = 0.0579 \text{ m}$, e il numero di moli di soluto presente è $0.0579 \text{ m}\cdot\text{kg}^{-1} \times 0.012 \text{ kg} = 0.000695 \text{ mol}$ di soluto.

Quindi, $0.050 \text{ g soluto}/0.000695 \text{ mol di soluto} = \underline{72 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$ è il MW del soluto.



Esercizio 21

Data una soluzione 0.1 M di solfato di alluminio determinare:

- a) la normalità dello ione alluminio;
- b) la normalità dello ione solfato;
- c) i milliequivalenti contenuti in 10 ml di soluzione;
- d) il volume di una soluzione di idrossido di ammonio 6 N necessario per trasformare l'alluminio contenuto in 35 ml di soluzione salina in alluminio idrossido;
- e) il volume di una soluzione di bario cloruro bi-idrato 6 N necessario per precipitare l'alluminio contenuto in 35 ml di soluzione salina come solfato.
- f) i grammi di sale di bario contenuti in 5 ml della precedente soluzione 6N.



Esercizio 21 – Cont.

Soluzione

a) 1 mole di $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 6 \text{ eq.}$ ($2\text{Al}^{3+} = 6\text{H}^+$; $2\text{SO}_4^{2-} = 4\text{H}^+$)

quindi: soluz. 0.1 M = soluz. 0.6 N;

b) *idem come sopra;*

c) 0.6 N = 0.6 meq./ml \rightarrow 6 meq. in 10 ml

d) indipendentemente dalla stechiometria

eq. $\text{Al}^{3+} = \text{eq. NH}_4\text{OH}$ quindi: $(\text{ml} \times \text{N})_{\text{sale}} = (\text{ml} \times \text{N})_{\text{idrossido}}$

sostituendo si ha:

$$35 \text{ ml} \times 0.6 \text{ (meq./ml)} = \text{ml}_{\text{idrossido}} \times 6 \text{ (meq./ml)}$$

da cui: **$\text{ml}_{\text{idrossido}} = 3.5 \text{ ml};$**

e) *idem come sopra;*

f) dalle definizioni di normalità e peso equivalente:

$$\text{N} = \text{eq./l};$$

$$\text{eq.} = \text{g/PE};$$

$$\text{PE} = \text{PM}/z_{\text{eq.}} \quad \text{si ha:}$$

$$\text{g} = \text{N} \times \text{l} \times \text{PM}/z_{\text{eq.}}$$

sostituendo i valori:

$$g = 6(\text{eq./l}) \frac{5(\text{ml})}{1000(\text{ml/l})} \cdot \frac{244.28(\text{g/mol})}{2(\text{eq./mol})} = 3.664 \text{ g}$$



- A quale volume si devono diluire 750 ml di una soluzione 2.40 N per renderla 1.760 normale.

Soluzione

Gli equivalenti contenuti nella prima soluzione saranno gli stessi contenuti nella seconda quindi dalla $N_a \times I_a = N_b \times I_b$ si ha:

$$2.40 \text{ (eq./l)} \times 750 \text{ (l)} = 1.760 \text{ (eq./l)} \times I_b \quad \text{da cui:}$$

$$I_b = \frac{2.40 \text{ (eq./l)} \cdot 0.750 \text{ (l)}}{1.760 \text{ (eq./l)}} = 1.023 \text{ l}$$



Esercizio 23

Quanti ml di una base 0.6 N si devono aggiungere a 750 ml di una base 0.2 N per ottenere una soluzione 0.3 N ?

Indicando con $a = \text{sol. } 0.6 \text{ N}$

$b = \text{sol. } 0.2 \text{ N}$

$c = \text{sol. } 0.3 \text{ N}$

dovrà essere:

$$\begin{cases} N_c \times ml_c = N_b \times ml_b + N_a \times ml_a \\ ml_c = ml_a + ml_b \end{cases}$$

sostituendo i dati:

$$\begin{cases} 0.3(\text{meq./ml}) \cdot ml_c = 0.2(\text{meq./ml}) \cdot 750(\text{ml}) + 0.6(\text{meq./ml}) \cdot ml_a \\ ml_c = ml_a + 750(\text{ml}) \end{cases}$$

Risolvendo si ottiene: $ml_c = 1000 \text{ ml}$; $ml_a = 250 \text{ ml}$



Esercizio 24

10 ml di H_2SO_4 ($d = 1.8$; SO_3 equivalente = 80%) si diluiscono a 500 ml. Determinare: a) la normalità dell'acido, b) quanti ml di una soluzione 4.0 M di H_3PO_4 si dovrebbero aggiungere alla precedente per ottenere una soluzione acida 1 N relativamente alle reazioni di neutralizzazione a solfato di sodio e fosfato monoacido di sodio.

Soluzione:

- a) $10 \text{ ml} \times 1.8 \text{ (g/ml)} = 18 \text{ g}$ peso di 10 ml di soluzione
 $18 \text{ g} \times 0.8 \text{ (g/g)} = 14.4 \text{ g di SO}_3$ in 10 ml di soluzione
 $14.4 \text{ (g)} / 80.07 \text{ (g/mol)} = 0.180 \text{ moli SO}_3$ in 10 ml di sol.
 $0.180 \text{ mol SO}_3 = 0.180 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 0.360 \text{ eq. H}_2\text{SO}_4$
Quindi: $0.360 \text{ (eq.)} / 500 \text{ (ml)} = \underline{0.720 \text{ N}}$ conc. H_2SO_4



Esercizio 24 (cont.)

Sali di considerare:



$$N = \frac{\text{meq}}{\text{ml}} = \frac{\text{meq SO}_4^{--} + \text{meq HPO}_4^{--}}{\text{ml totali}}$$

essendo



$$\frac{0.719 \text{ (meq/ml)} \cdot 500 \text{ ml} + 8 \text{ (meq/ml)} \cdot X \text{ (ml)}}{500 \text{ (ml)} + X \text{ (ml)}} = 1 \text{ (meq/ml)}$$

da cui: $X = 20.1 \text{ ml}$ di soluzione di H_3PO_4